ナノテク・材料のビジネス戦略

奈良先端科学技術大学院大学

桐畑哲也

はじめに

《鉄の 10 倍の強度でわずかの重さの材料》《国会図書館の情報全てを角砂糖サイズのデバイスに収納》《がん細胞を細胞数個程度の段階で検知》

クリントン前大統領は、2001 年 1 月 21 日,カリフォルニア工科大学における演説で、ナノテクにより達成すべき上記の具体的な目標を示し、世界に先駆けた国家プロジェクトしての国家ナノテクノロジー戦略(NNI:National Nanotechnology Initiative)をスタートさせた。

クリントン演説は「これらの実現には,20 年或いはそれ以上かかるかもしれない。それだけに,連邦政府が取り組むべき重要な役割である。(National Science and Technology Council, 2000,p.13)」と指摘し、連邦政府がナノテクの研究開発にイニシアティブを発揮するという強い決意を示している。

この米国の NNI を一種の"黒船"として,我が国においても遅ればせながら、ナノテクビジネスへの関心が高まりをみせた。政府は,2002 年 12 月『「産業発掘戦略－技術革新」4 分野に関する戦略』を発表し,ナノテクノロジー・材料分野を「国際市場で競争力を有する将来の我が国の主要産業に育てていく事が重要である」と指摘すると共に,ナノテク関連産業の国内市場規模は,2010 年には 20-26 兆円に達すると予測している。また,日本経済団体連合会は,2002 年 11 月に発表した提言『ナノテクが創る新産業-n-Plan2002-』の中で,「ナノテクノロジーに関する優れた研究成果を発掘し,産業につなげていくための取組みが重要である」と述べ,産業界としてナノテク事業化への取組みの強化を提言した。

本節では,我が国においてナノテクビジネスが注目される背景,ナノテク関連市場を概観した上で,ナノテク・材料ビジネスを念頭に、ナノテクビジネスの課題について論じる。その上で,ナノテク産業化の方向性と求められる公的セクターの役割について指摘する。

1　ナノテクビジネスが注目される背景

我が国で,新たな産業創出の起爆剤として,ナノテクが注目される理由は,大きく2つある。第1に「ナノテクノロジーは基盤技術であるが故に,広範な分野で次世代の産業や社会に大きな影響を与える(経済団体連合会,2000)」点である。

ナノテクは,材料,バイオテクノロジー,エレクトロニクス,環境・エネルギ-の各分野を変革する基幹技術として分野を超えて関わり合い,これらの技術を強化する役割を担う。ナノテクを駆使することで,こうした各分野において,革新的な製品やデバイスの創出が期待されている(図 1)。

既に 30 カ国以上の国々が,ナノテクに関する国家レベルの研究開発プログラムを策定しており,近年,各国政府の研究開発支出の伸びは著しい。例えば米国では 1997 年には 1 億 240 万ドルだった政府の研究開発支出が 2000 年には 2 億 9300 万ドルに増加している(図 2)。また EU では 1997 年から 2000 年にかけて 1 億 1440 万ドルから 2 億 1050 万ドルに増加,我が国では 9350 万ドルから 1 億 8990 万ドルに増加している(OECD,2003,pp.44-45)。

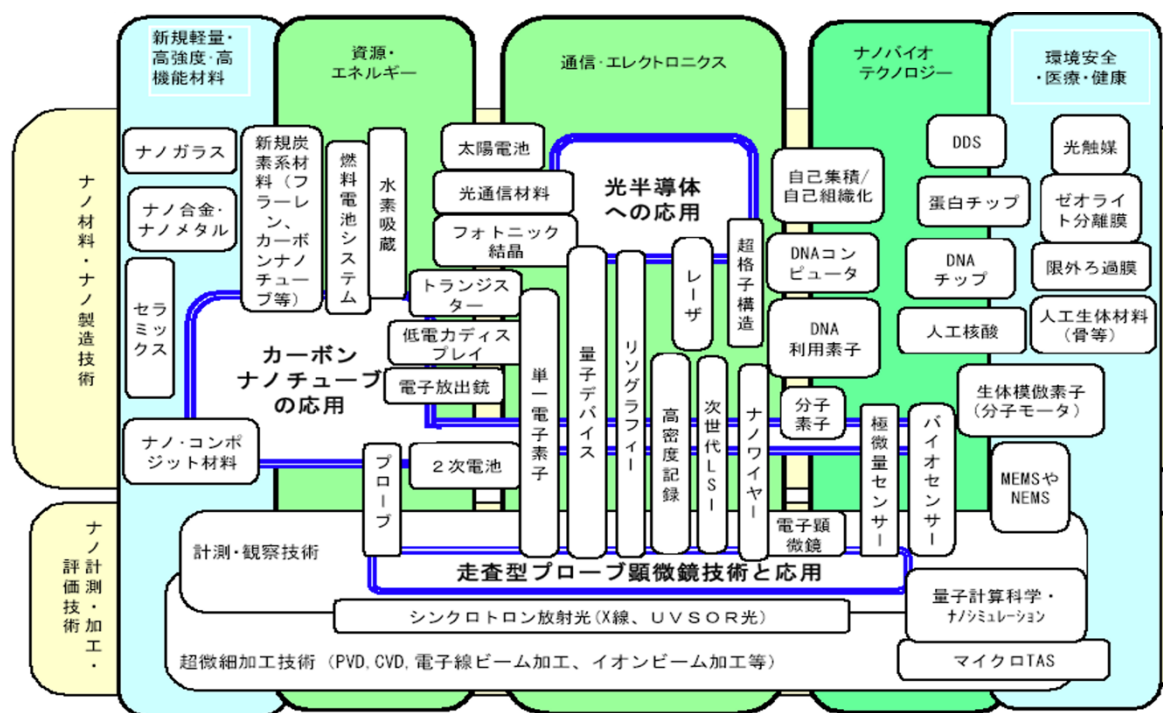
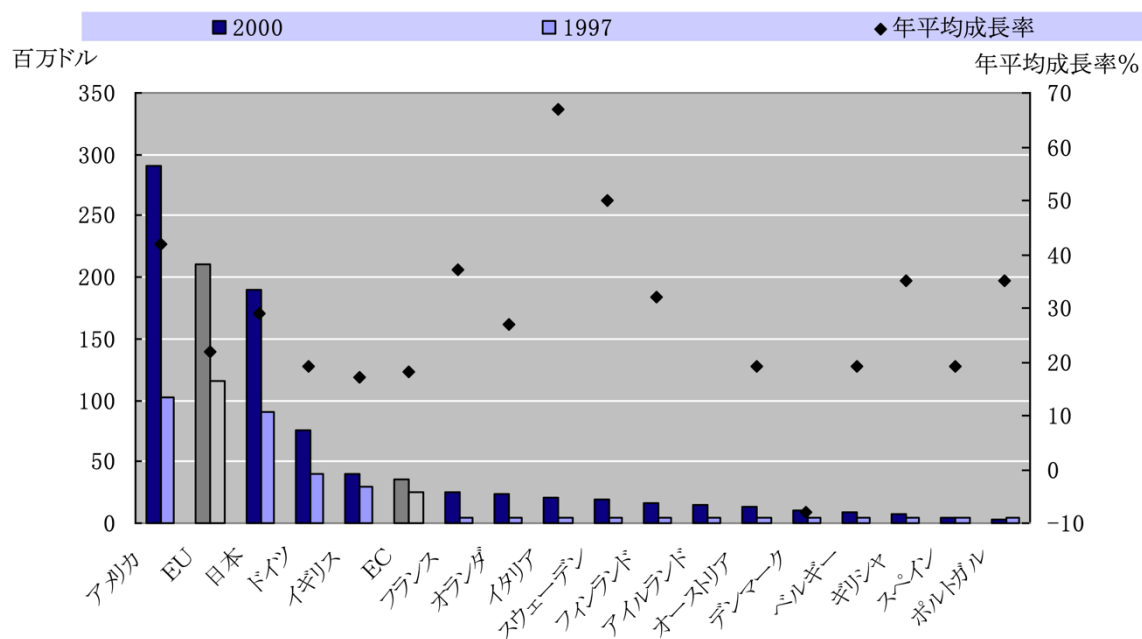
図1. ナノテクノロジーの応用分野

出典:特許庁(2002)、「ナノテクノロジーの応用に関する特許出願技術動向調査」、p.2

図 2. ナノテクにおける各国政府研究開発支出

出典:OECD(2003) “Science, Technology and Industry Scoreboard” OECD Publication Service, p45

第2に,ナノテクの研究開発において,我が国が,国際的に見て比較優位にあると認識されている点である。経済団体連合会(2000)は「この 10 年来,ナノメートルという原子,分子レベルの微細な世界の技術を扱うナノテクノロジーの基礎的研究開発を進めており,その水準は世界のトップレベルにある」と指摘している。

ただ、こうしたナノテクにおける我が国の優位性を世界に知らしめたのも,残念ながら米国であった。世界技術評価センター(WTEC:World Technology Evaluation Center)が,1999 年 9 月にホワイトハウスに提出した報告書(Nanostructure Science and Technology)において,我が国はデバイス,複合材料で,欧米を押さえて首位となっているとした(表 1)。

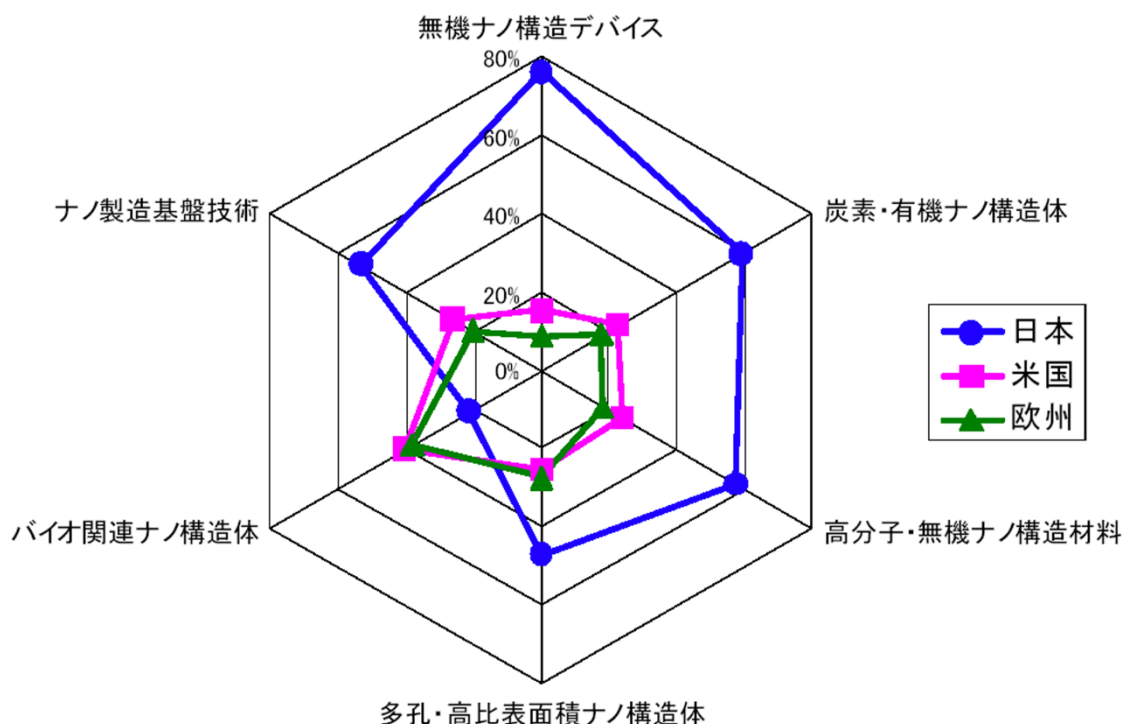
この報告書は,WTEC の調査チームが,日米欧のナノテク関連研究機関を直接訪問し,米国,欧州,日本のナノテク研究レベルの現状を 336 頁に及ぶ報告書としてまとめたものである。ナノテクにおいては,米国が圧倒的優位な状況ではないとするこの報告書は,NNI 策定の根拠となった。

図3は、ナノ構造材料技術をテーマ別に見た日米欧の特許出願人割合を示している。特許の出願人割合の高低は、直接、研究レベルの優位性を示すものではないが、「バイオ関連ナノ構造体」を除き,少なくとも割合の上では,我が国は欧米を上回る状況となっている。ナノテク・材料領域の産業化、ビジネス化で見ると,我が国は、欧米と遜色のない基礎研究レベルを有していることが分かる。

表1 WTECによるナノ関連科学技術の日米欧比較

	1	2	3
合成＆アッセンブリ	米国	欧州	日本
生物学的アプローチ＆その応用	米国、欧州	日本	
分散とコーティング	米国、欧州	日本	
触媒・高表面積材料	米国	欧州	日本
ナノデバイス	日本	欧州	米国
複合材料	日本	米国、欧州	

出典:WTEC(1999) “Nanostructure Science and Technology: R&D Status and Trends in Nanoparticles, Nanostructured Materials, and Nanodevices”,pＸＸｉ

図3 ナノ構造材料技術テーマ別出願人割合

出典:特許庁(2001)、「ナノ構造材料技術に関する技術動向調査」、p.13.
データベース: 日本特許は、PATOLIS、欧米特許は、WPINDEX(STN)

2 ナノテクビジネス市場

ナノテクビジネス市場予測にはさまざまな試算があるが,経団連は 2010 年には 27.3 兆円の市場規模になると予想している。また,三菱総合研究所と日本経済新聞社は,2010 年に 19.1 兆円と予測している。

詳細に見ると,経団連の予測では,IT・エレクトロニクス関連,素材・化学などの分野の伸びが大きく,2010 年には両分野計で 22 兆 7,728 億円と全体の 83.3%を占める見通しとなっている。

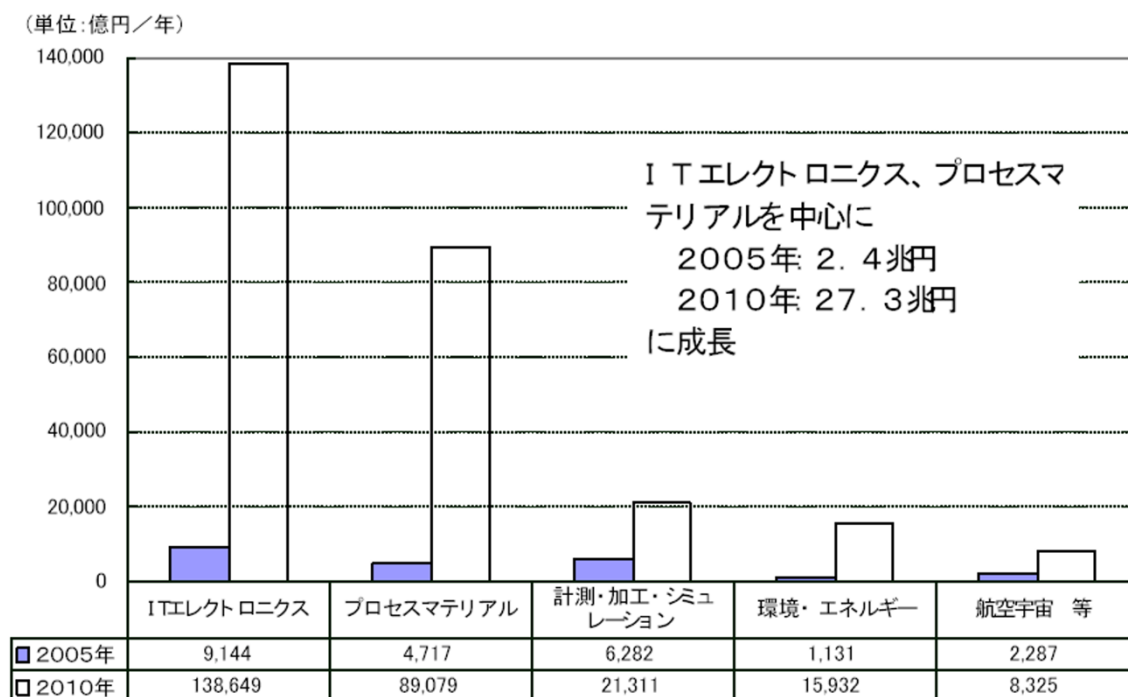
また,三菱総合研究所と日本経済新聞社の予測でも,IT・エレクトロニクス分野主導の市場イメージとなっており,2010 年での上位 5 分野として,超高密度記憶用磁気材料,半導体製造装置,光メモリ用材料,次世代超メモリ,マイクロマシンを挙げており,16 兆 8,858 億円と全体の 90%近くを占めている。

中でも,超高密度記憶材料をはじめエレクトロニクス関連の材料,部品,製造装置の市場規模の大きさが目を引く。これは,半導体集積回路の微細化などに関して,従来の削る,加工するという従来技術では,これ以上の微細化は,技術的にもコスト的にもそろそろ限界にきているためと考えられる。ナノレベルの原子・分子を積み上げて,部品,製品を作り上げる技術の確立によって,これまでの材料,部品を置き換えるものとして期待されている。

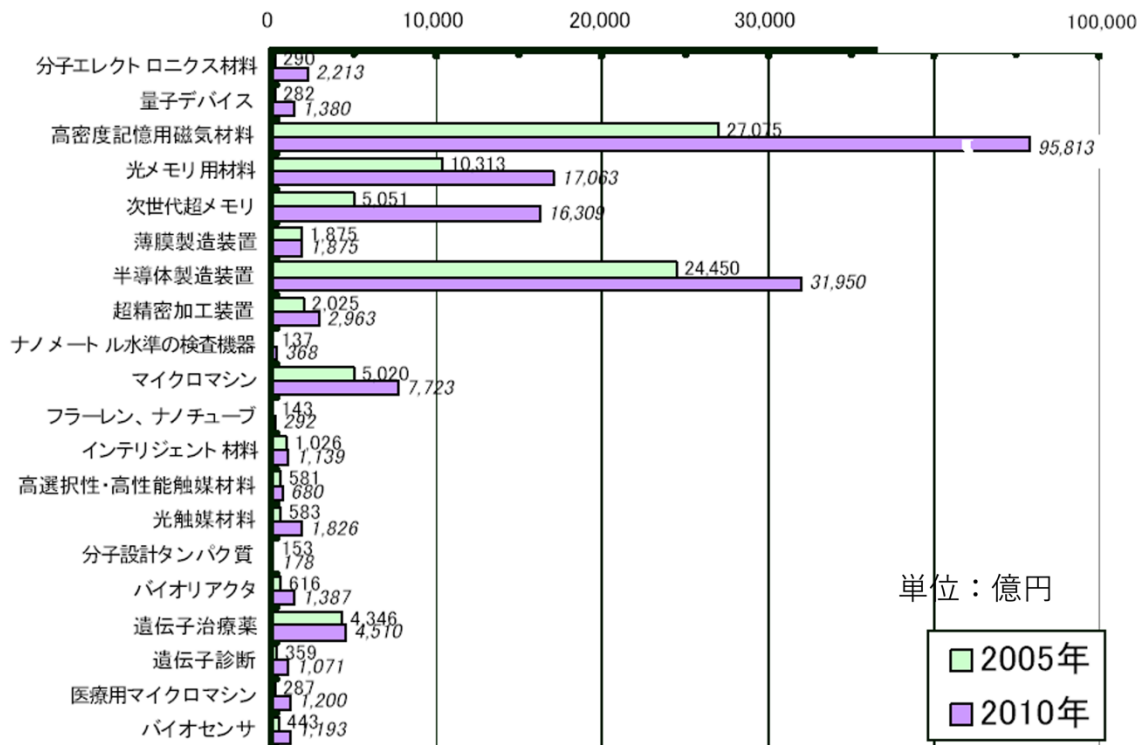
また,三菱総合研究所と日本経済新聞社が,2004 年に行った調査によると,ナノ医療(ナノメディシン)の領域における世界市場は,DDS(薬物伝達システム)だけで,2010 年に 6 兆 7500 億円 2015

年には,9 兆 1 億円と見込まれるなどナノテクとバイオ,医療の融合領域は,エレクトロニクスに匹敵する有望市場と期待されている。

図4 経済団体連合会の市場予測

	ITエレクトロニクス	プロセスマテリアル	計測・加工・シミュレーション	環境・エネルギー	航空宇宙　等
2005年	9,144	4,717	6,282	1,131	2,287
2010年	138,649	89,079	21,311	15,932	8,325

出典: 総合科学技術会議ナノテクノロジー・材料プロジェクト(2001)、「ナノテクノロジー・材料分野推進戦略プロジェクトとりまとめ-別添資料-」

こうした将来の市場予測からは,ナノテク・材料ビジネスにおいては,その最終応用製品,すなわち出口戦略が重要であることがわかる。材料分野における我が国の基礎研究レベルの高さは,競争優位の源泉となろうが,残念ながら,材料だけの市場規模は、それほど大きくない。IT・エレクトロニクス,バイオテクノロジーなど有望な最終応用製品,すなわち出口をイメージしたビジネス戦略が欠かせない。

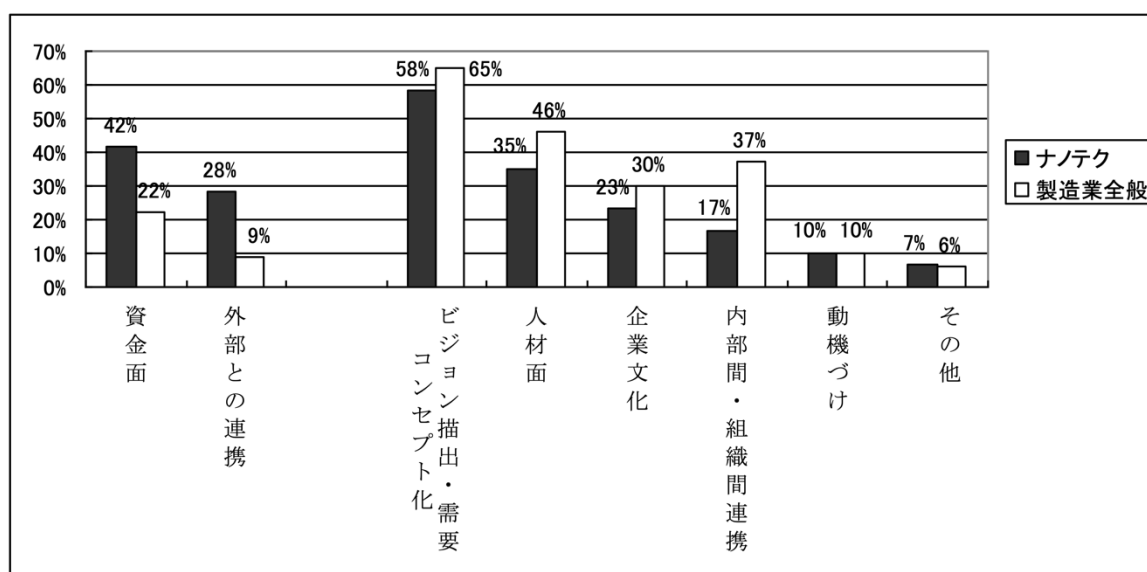
図5 三菱総合研究所と日本経済新聞社の共同調査

出典: 総合科学技術会議ナノテクノロジー・材料プロジェクト(2001)、「ナノテクノロジー・材料分野推進戦略プロジェクトとりまとめ−別添資料−」

3 ナノテクビジネスの課題

ナノテクビジネスに取り組む企業と製造業全般のそれぞれに「技術が製品化につながらない要因」について質問した調査結果が,図 6 である。

ナノテクが製品化につながらない要因として,「ビジョンの描出・需要のコンセプト化(58%)」「資金(42%)」「人材(35%)」「外部との連携(28%)」が上位を占めた。注目すべきは,ナノテクビジネスにおいては、製造業全般と比較して,「資金」が製造業全般(22%)のほぼ 2 倍,また「外部との連携」は,製造業全般(9%)の 3 倍となったことである。

ナノテクビジネスは,「資金」と「外部との連携」において,従来の一般的な製造業と大きく異なるビジネスであること想定され,この2つの経営課題解決は,ナノテクビジネス成功の鍵と考えられる。

図6 技術が製品につながらない要因

出典:桐畑哲也編著、久保浩三、戸所義博、岩田章裕著(2005)『ナノテク革命を勝ち抜く』、講談社、p.45

4 財務マネジメント

4.1 「資金」の課題

ナノテクビジネスにおいて,なぜ「資金」が課題なのか。その背景には,他社に先駆け膨大な研究資金が必要とされ,且,継続的研究開発投資が必要というナノテクビジネスの特徴がある。

高価なナノレベルの計測機器が不可欠である点など、ナノテクの研究開発には,膨大な資金が必要であるが,ナノテクビジネスにおける資金面の困難さは,設備投資の大きさだけではない。

ナノテクなど先端技術をベースとしたビジネスでは,一定の激しい競争期間を経て,グローバル市場参画企業の中から,独占的な地位を占める企業が出現することが多く,また,シェア下位の企業が利益を獲得できないといった状況が散見される。

「勝者がすべてを得る,しかも,先行者が勝者となる可能性が高い」という市場環境は,経営者の視点から見た場合,極めてやっかいである。必要な投資資金は大きいにもかかわらず,その投資の是非を他社に先駆けて決断する必要がある。

第二に,ナノテクにおいては,今後種々の新しい技術の発見,発明が相継ぐ可能性が高い。これは,数少ない知的所有権にのみ依存して長期的に事業を持続できる可能性は低いことを意味している。ナノテクビジネスで持続的に事業を展開するためには,自社の競争力として有効に機能する知的所有権を継続的に補充しかなければならず、そのための研究開発投資は、不可欠である。

4.2 ポートフォリオ,マイルストン管理

こうした「資金」のマネジメントには,研究開発案件,事業化案件毎の「ポートフォリオ管理」と,一定の期間ごとに目標を定め,目標に著しく達していない場合は,当該分野の研究開発、事業化から撤退する等の「マイルストン管理」が有効である。

研究開発,事業案件について、会社全体としてのポートフォリオを常に意識し,研究開発や事業化の優先順位を明確にしておく。その上で,一定期間ごとに,個別の研究開発案件,事業化案件の継続,撤退を検討する必要がある。

技術を曖昧に捉えている場合や最終応用製品,アプリケーション自体を抽象的に捉えている場合にも,見かけ上,最終応用製品は多く見えがちである。自社において研究開発を行う対象となる最終応用製品については,つねにビジネスの視点で捉えなくてはならない。

ポートフォリオ,マイルストン管理に当たっては,研究者や技術者が研究開発案件のリストアップを行う場合,自らの取り組む技術に過信してしまいがちである。経営者,投資家としての視点が欠かせない。

5 外部連携マネジメント

5.1 「外部連携」の課題

ナノテクビジネスにおいて,なぜ「外部連携」が課題か。ナノテクシーズは,最終応用製品の裾野が広いことが背景にある。自社の枠内の発想では,最終応用製品の開拓において十分とはいえない。また,内部で閉じていては,技術主導のビジネス展開に陥りやすい。

我が国の企業においては,これまで自社完結或いはグループ内完結型の研究開発,ビジネス展開が主流となってきた。ナノテクビジネスにおける最終応用製品の可能性が幅広いという特質は,こうした自社又は,グループ企業完結型のビジネス展開では,逆にビジネスチャンスを逃す可能性がある。質問票調査結果は,ナノテクビジネスに取り組む多くの企業がこのことを認識し始めていることを示している。

特にナノテク・材料のビジネス戦略においては,最終市場として IT・エレクトロニクス,バイオテクノロジー等の出口イメージが重要である。材料のみでは,有望な技術シーズの事業規模拡大もままならない。異業種企業との知的連鎖のプロセスを経て,新たな製品イメージを醸成する必要があろう。

5.2 戦略的外部連携

外部との連携促進は重要であるが,連携それ自体が目的ではない。利益の源泉,ビジネスのカギを自社で確保した上で,外部連携を図る必要があることは言うまでもない。

例えば,積極的なナノテクビジネス展開で知られる我が国の大手総合商社の強みは,本来独自のネットワークと情報収集力,さらにはコーディネーション能力である。しかしながら,大手総合商社の中には、高いコーディネーション能力に依存せず,自ら研究開発に乗り出す,また,徹底した知的財産戦略を打ち出す商社が複数ある。こうした大手総合商社のビジネス戦略を見ても,ナノテクビジネスの利益の源泉は,研究開発そのものであり,その結果としての知的財産にあることがわかる。外部との連携により,最終応用製品イメージ,市場ニーズを獲得する努力は欠かせないが,利益の源泉である研究開発,知的財産は,確実に自社で握る必要があろう。

ナノテク・材料ビジネスにおいては、バイオテクノロジー分野等と同様に、IT・エレクトロニクス分野と比べて、知的財産権により製品差別化が図りやすい。

IT、エレクトロニクス分野においては、例えば、携帯電話 1 製品あたりの知的財産権(特許など)数が 1000 を越すことなどからみても、少数の知的財産権に依存し、他社の市場参入を阻止すること

は難しい。このため、市場のライバル企業間による特許の相互開放の動きが広がっている。一方、バイオテクノロジー分野同様、材料分野においては、比較的少数の画期的な知的財産権の独占排他権によって、他社の市場参入を阻止することが出来る。実際、材料、バイオテクノロジー分野においては、市場のライバル企業間による特許の相互開放の動きが多くないのはそのためである。ナノテク・材料のビジネス戦略においては、知的財産権を重視した戦略的ビジネス展開が重要であろう。

6 起業家精神

ナノテクビジネスは,一部実用化段階に入りつつある状況にあるが,多くは,製品開発,すなわち最終応用製品の開拓段階にあり,本格的な産業化には、まだしばらく時間がかかる。この間,膨大な研究開発資金を捻出し,事業を維持発展させるマネジメントは困難を極める。

ナノテクビジネスに取り組む企業においては,将来的には,巨大市場である民生用の市場をターゲットとしながらも,現時点では,全世界の大学,研究所,研究機関を主な顧客として事業を行うところがある。

ナノテクビジネスは,Development(研究)to Customer(顧客)ではなく,Development(研究) to Development(研究)が主流であるといわれる所以である。

こうした状況では,市場の変化に応じて,機敏にビジネスチャンスを捉える機動力,すなわち起業家精神が問われることになる。

Drucker(1985)は,起業家に求められるイノベーションの源泉として,(1)予期せぬ成功と失敗を利用する,(2)ギャップを探す,(3)ニーズを見つける,(4)産業構造の変化を知る,(5)人口構造の変化に着目する,(6)認識の変化をとらえる,(7)新しい知識を活用する,の 7 つを指摘している(pp.35-36)。ナノテクビジネスにおいては,チャンスを機敏に捉えてビジネスに結びつける機動性も求められる。

おわりに

ナノテクビジネスにおいては,資金,外部連携の課題解決に向けて「ポートフォリオ,マイルストン管理」「戦略的外部提携」「起業家精神」が有効であることを論じた。

こうした個々の企業におけるナノテクビジネス戦略の精緻化はもちろんだが,政府や経済界が期待するナノテク産業において我が国が主導的な役割を担うためには,クリントン演説の例を待つまでもなく,公的セクターの果たすべき役割は大きい。

最後に,ナノテク産業化に向けて求められる公的セクターの役割として,(1)公的資金の柔軟性向上,(2)異分野,異業種の連携促進の 2 点について指摘し,結びとかえる。

公的資金の柔軟性向上

資金面の問題は,米国では先端科学技術事業化の最重要課題と認識されている。このため 1980 年代以降,製品開発段階の資金ギャップ解消を目的に,ATP(Advanced Technology Program)や SBIR(Small Business Innovation Research)等の中小企業を対象とした研究開発支援制度が導入された。

しかし「公的資金が提供された企業に対し,当該事業以外の有望事業への資金転用を認めるべきである(Lerner,2000,p.91)」との指摘があるように,時間の経過と共に刻々と変化するビジネス環境に柔軟に対応しなければならない企業にとって,米国の現状の公的資金は柔軟性が欠けているとの課題が論じられている。こうした公的資金の柔軟性の欠如に関しては,我が国においても同様の状況が散見される。公的資金の柔軟性の向上は,ナノテク産業化促進の観点から、改善されるべき主要な課題の一つである。

異分野,異業種の連携促進

従来の企業の枠を超えて、異業種企業などに対する試作品等の提供機会を通じた新たなキラーアプリケーションの発掘が、ナノテクビジネスに取り組む企業のコンセンサスとなりつつある。ナノテクビジネスに関する先行研究でも,ナノテクの製品開発には,学際的,分野横断的な取組みが求められると指摘している(Bucher et al.,2003; Uldrich and Deb Newberry,2003)。

従来の学問,企業グループ,業界を越えた異分野,異業種との連携が,革新的な製品開発には欠かせない。公的セクターにおいては,異なる業界の企業が参加する研究開発プロジェクトを奨励優遇する,公的な研究施設の整備にあたっては異分野,異業種融合に資するものを優先する等の施策が求められる。

【参考文献】

Branscomb Lewis M. and Philip E. Auerswald "Taking Technical Risks: How Innovators, Executives, and Investors Manage High-Tech Risks" MIT Press, 2001.
Bucher Philip, Beat Birkenmeier, Harald Brodbeck, Jean-philippe Eschger "Management principles for evaluating and introducing disruptive technologies: the case of nanotechnology in Switzerland" R&D Management No.33, pp.149-163, 2003.
Day George and Paul Schoemaker "Wharton On Managing Emerging Technologies" John Wiley & Sons Inc, 2000.
Drucker Peter F. "*Innovation and Entrepreneurship-Practice and Principles*" HarperCollins, 1985.
Lerner Josh "When Bureaucrats Meet Entrepreneurs: The Design of Effective Public Venture Capital Programs" Branscomb Lewis M., Kenneth Morse, and Michael Florida, ed "Managing Technical Risk" National Institute for Standard and Technology, US Department of Commerce, pp.80-93, 2000.
National Science and Technology Council "Nanotechnology Initiative" (http://www.nano.gov/), 2000.
OECD "Science, Technology and Industry Scoreboard" OECD Publication Service, 2003.
Uldrich Jack and Deb Newberry, "The Next Big Thing Is Really Small" Random House Business Books, 2003.
WTEC "Nanostructure Science and Technology: R&D Status and Trends in Nanoparticles, Nanostructured Materials and Nanodevices"(http://www.wtec.org/), 1999.
井上隆一郎,二瓶正,石川健,船曳淳,「デスバレー現象と産業再生」,『三菱総合研究所所報No.42』,三菱総合研究所,2003 年.
桐畑哲也編著『ナノテク革命を勝ち抜く』,講談社,2005 年.
桐畑哲也「ナノテクノロジー事業化とデスバレー現象」『JAPAN VENTURES REVIEW』No.5,日本ベンチャー学会,73-80 頁,2004 年.
(財)大阪科学技術センター・関西ナノテクノロジー推進会議「ナノテクノロジーが創る関西・日本」2004 年.
特許庁「ナノテクノロジーの応用に関する特許出願技術動向調査」,2002 年.
特許庁「ナノ構造材料技術に関する技術動向調査」,2001 年.
経済団体連合会『21 世紀を拓くナノテクノロジー-ナノテクノロジーに関する経団連の考え方-』,2000 年.